

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-37604

(43) 公開日 平成7年(1995)2月7日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 10/04				
6/18	E			
10/36	A			

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 8 頁)

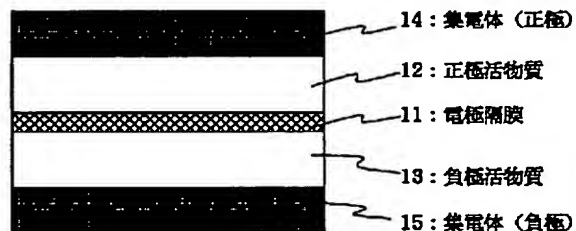
(21) 出願番号	特願平5-202463	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成5年(1993)7月26日	(72) 発明者	伊藤 健司 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	松田 宏 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	森川 有子 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 吉田 勝広 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電池

(57) 【要約】

【目的】 電極隔膜に用いられる固体電解質の薄膜化に伴う機械的強度、電子絶縁性及び活物質と高分子固体電解質との接合に剥がれが生ずる等の問題点を解決し、イオン伝導性に優れ、電流密度の高い高性能な電池を提供すること。

【構成】 負極活物質、電極隔膜、正極活物質、支持電解質及び集電体から成り、正極活物質と負極活物質との支持電解質の濃度差による起電力を利用する電池において、電極隔膜の厚さが1 μ m以下であることを特徴とする電池。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 負極活物質、電極隔膜、正極活物質、支持電解質及び集電体から成り、正極活物質と負極活物質との支持電解質の濃度差による起電力を利用する電池において、電極隔膜的厚さが $1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする電池。

【請求項2】 電極隔膜を 100nm 以下である請求項1に記載の電池。

【請求項3】 電極隔膜を 10nm 以下である請求項1に記載の電池。

【請求項4】 負極活物質及び／又は正極活物質が導電性高分子化合物である請求項1に記載の電池。

【請求項5】 負極活物質及び／又は正極活物質及び／又は電極隔膜がラングミュアプロジェクト法により形成されている請求項1に記載の電池。

【請求項6】 電極隔膜が 100nm 以下のポリイミド薄膜である請求項1に記載の電池。

【請求項7】 集電体がラングミュアプロジェクト法により形成されている請求項1に記載の電池。

【請求項8】 負極活物質、厚さが $1\mu\text{m}$ 以下の電極隔膜、正極活物質及び集電体を一単位とし、これが複数積層され、且つこれらが全てラングミュアプロジェクト法により形成されていることを特徴とする電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高分子固体電解質を応用した全固体電池やベーパー電池等の優れた特性を有する電池に関する。

【0002】

【従来の技術】電池（特に二次電池）は、簡単に電気を貯蔵し、再度取り出せる電源として、現代社会を支える重要な製品の一つである。特に、最近のエレクトロニクス機器の小型化及びコードレス化はめざましく、それらのエネルギー源としての電池には、より一層の高性能化、小型化、長寿命化、軽量化、そして安全性が求められている。しかし、電池の技術革新の速度は、エレクトロニクス機器の技術革新の速度に比べて遅く、電子機器における優れた特性を有する電池の開発の占める重要性は年々増加する傾向にある。又、微弱な電流を長期間にわたって供給することが出来る小型電源は、今後もその需要が更に高くなるものと考えられる。例えば、心臓ペースメーカーを始めとする（人工）臓器用埋め込み電源として、体内薬物除放装置等の応用が考えられるマイクロメカニクス用電源として、不揮発性メモリー用のバックアップ電源（パッケージ内に挿入）として、及びICカード用の電源としての応用等が考えられる。ところで、従来から実用化されている電池は、鉛電池を始めとして液体の電解質を使用している。乾電池も、実際のところは電解質をゲル状にした湿電池である。

【0003】これに対し、電解質を固体にした固体電池

は、種々のメリットが考えられる為、近年さかんに研究されてきている。特に、電解質にポリエーテル等の高分子を用いた高分子固体電解質電池は、以下に示す点から非常に有用である。

（1）非常に薄い固体電池が得られる：即ち、ICカード及びICバックアップ用パッケージ内電池等、非常に薄い電子機器用の電池としての用途が期待できる。又、一般に、電池内部の化学反応は固相反応であり非常に効率が悪いが、活物質の薄膜化により、イオン拡散が非常に遅いことによる効果が小さくなり、実際のエネルギー密度が理論エネルギー密度より大きくなる可能性がある。

（2）柔軟で機械的強度が強い：即ち、固体電解質としては、高分子固体電解質の他に無機固体電解質も挙げられるが、機械的強度、変形能、成型性及び可塑性等の点から高分子固体電解質の方が優れている。

（3）液漏れがなく安全である：即ち、液漏れがなく且つ重金属等を含まない為、使用時の安全性が高く、体内埋め込み装置用等にも使用することが出来る。更に、電解質が蒸散することがない為、宇宙開発用にも適している。

（4）フィルム化が容易で、大面積化が可能である：即ち、通常の二次電池（鉛電池、Ni-Cd電池）においては、電極面積が増大すると指数級数的にコストが増大する。従って、近年、電力負荷平準化等の大電力貯蔵用の電池が期待されているのに対して、電極面積の増大に伴うコストの増大から、未だ実用化のめどがたっていないのが現状である。

（5）成型が容易であり、形状の自由選択が可能である：即ち、電子機器の形状に合わせて、電池形状を容易に変更することが出来る。

（6）廃棄処分が容易である：即ち、カドミウム及び鉛等の重金属を含まない為、廃棄の際に通常の廃棄物と同様に処分することが可能である。

【0004】しかし、固体電解質は前記した様に、室温でのイオン伝導性が悪く、電流密度が大きくとれないという本質的な問題がある。例えば、実用化されている有機溶媒系電解質に比べて、高分子固体電解質のイオン伝導度は2桁程度小さい。高分子におけるイオン伝導は、高分子のセグメント運動に起因するとされているので、これを用いている限りイオン伝導度には上限がある。即ち、一般に高分子固体電解質として代表されているポリエーテルの場合は、無機系塩のオリゴオキシエチレン溶液が示すイオン伝導度以上の値は発現されない。その値は室温で約 10^{-4} S/cm 前後といわれている。そこで、より速いイオン伝導度を実現する為に、電極隔膜に用いられる高分子固体電解質を薄膜化することが試みられている。高分子固体電解質の厚さを一桁薄くすることが出来れば、そのイオン伝導度が一桁向上したのと同じ効果を生む為である。

【0005】

【発明が解決しようとする問題点】しかしながら、電極隔膜に用いられる高分子固体電解質を薄膜化するには、次に挙げる様な種々の問題点がある。

(1) 充放電に伴って支持電解質濃度が変化する電池の場合、充放電に伴い増減する支持電解質を保持する必要がある為、支持電解質の最大量を溶かし得る高分子固体電解質が必要となる。一般的に、高分子固体電解質への支持電解質の溶解性は低い為、大量の高分子固体電解質を必要とする。従って、体積あたりのエネルギー容量が減少し、更に、高分子固体電解質の厚さが増大する為、イオン伝導性も悪化する。

(2) 固体電解質の薄膜化で、機械的強度及び電子絶縁性が悪化する。

(3) 固体電解質のクッション性の減少から、活物質と高分子固体電解質との接合に剥がれが生じる可能性が大きい。

(4) 単電池の性能がばらつき易くなる為、電池を積層することが困難となる。

従って、本発明の目的は、上記の電極隔膜に用いられる固体電解質の薄膜化に伴う種々の問題点を解決し、固体電解質に超薄膜を用いているにもかかわらず、イオン伝導性に優れ、電流密度の高い、機械的強度、電子絶縁性及び活物質と高分子固体電解質との接合に剥がれが生ずることのない高性能な電池を提供することにある。更に、本発明の別の目的は、単電池の積層が容易な、起電力の大きな電池を提供することにある。

【0006】

【問題を解決する為の手段】上記の目的は、以下の本発明によって達成される。即ち、本発明は、負極活物質、電極隔膜、正極活物質、支持電解質及び集電体から成り、正極活物質と負極活物質との支持電解質の濃度差による起電力を利用する電池において、電極隔膜の厚さが1 μ m以下であることを特徴とする電池である。

【0007】

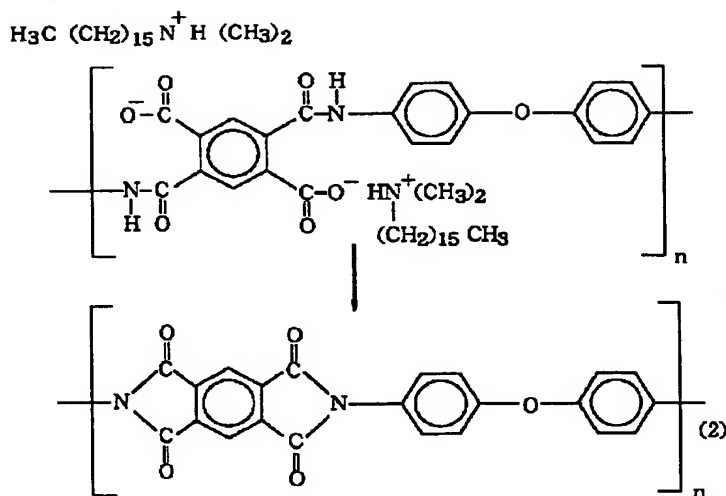
【好ましい実施態様】次に、好ましい実施態様を挙げ

て、本発明を更に詳細に説明する。本発明の電池は、正極活物質と負極活物質との支持電解質の濃度差により起電力を発揮する濃度差電池であり、且つ固体電解質に非常に薄い超薄膜、例えば、高分子電解質であるポリイミド超薄膜を用いることを特徴とする。尚、一次電池は、二次電池を充電せず放電のみをした場合と考えられる為、機能的には二次電池の場合と同じである為、以下、二次電池に関して扱う。図1は、支持電解質の濃度差を利用した本発明の電池（以下、濃度差電池とする）の一例を示す模式図であり、高分子電解質であるポリイミドの超薄膜を電極隔膜として用いている。図中、15は負極活物質であり、14は正極活物質であり、13負極活物質、及び12は正極活物質であり、11は固体電解質からなる電極隔膜である。尚、図1はあくまでも本発明の実施態様の一例であり、何ら本発明の電池の構造を限定するものではない。例えば、固体電解質と活物質との密着性を更に向上させる為に、両者の間に固体電解質と活物質との混合膜を挿入することも本発明の好ましい態様である。

【0008】本発明の電池の正極活物質12及び負極活物質13の構成材料としては、本発明において下記に挙げる様な導電性高分子化合物が好ましく用いられる。導電性化合物としては、例えば、ポリアニリン、ポリピロール、ポリアセチレン、ポリチオフェン、ポリパラフェニエン、ポリアズレン、ジサルファイドポリマー、ポリアセン及びポリ(2,5-ピリジンジイル)等が挙げられ、いずれも好ましく使用することが出来る。本発明においては、ポリアニリンを用いるのが特に好ましい。

【0009】又、本発明の電池を構成する電極隔膜としては、高分子固体電解質であればいずれのものも使用することが出来るが、最も好ましいのは、下記の(2)式に示す様なポリイミド薄膜である。尚、本発明に使用されるポリイミドが、下記に示す(2)式の化合物に特に限定されないのは、勿論である。

【化1】



【0011】上記したポリイミドは、非常に薄く成膜することが可能である。例えば、単分子の厚さを、スピンコート法で塗布すれば、 $\sim 10\text{ nm}$ であり、LB法で塗布すれば、単分子の厚さである $\sim 0.4\text{ nm}$ とすることも可能である。これに支持電解質を作用させれば、通常の固体電解質と同様に、イオン伝導体及び電子絶縁体としての機能を持たせることが出来る。この際に使用される支持電解質としては、塩化水素を用いるが、特にこれに限定されず、塩化アンモニウム及び硫酸等でもよい。又、支持電解質は充放電に伴い、正及び負の極活物質のどちらか一方から放出され他方に吸収される。従って、充放電に伴って必要とされる支持電解質は、全て固体電解質中に保持する必要はない。従って、本発明では、上記した様に、ポリイミド超薄膜に支持電解質を作用させた擬似固体電解質（以下これを固体電解質と区別せず固体電解質と記述する）を使用することにより、固体電解質を非常に薄く成膜することが可能（ $1\text{ }\mu\text{ m}$ 以下、好ましくは $400\text{ nm}\sim 4\text{ nm}$ ）となり、イオン伝導度が数桁上昇したことに相当する効果が得られる。

【0012】固体電解質の厚さが非常に薄い濃度差電池は、通常、以下に掲げる様な種々の課題がある。本発明では、上記のポリイミド超薄膜と支持電解質とからなる固体電解質を用いることで、下記に示す様に対処することが出来る。

【0013】（A）固体電解質の電子絶縁性の低下の問題に対して。

ポリイミドの薄膜を使用する為、電子伝導率が非常に低く（ $4\sim 20\text{ nm}$ の厚さで 10^{-16} S/cm 程度）都合がよい。又、ポリイミドの薄膜は、ラングミュアブロッジェット法（以下LB法と略す）で容易に成膜可能である為、サブナノオーダーで膜厚を調節することが出来、所望とする電子伝導値を任意に得ることが出来る。

【0014】（B）活物質と高分子固体電解質との密着性の悪化の問題に対して。

電解質が液状の場合は、活物質（固体）と電解質（液体）との間でのイオンのやりとりは円滑に進む。これに対して、電解質が固体の場合には、固体（活物質）と固体（電解質）間でのイオンのやりとりとなる為、双方の密着性の良否が電気化学反応の効率のに直接影響する。特に、二次電池の場合、活物質（一般的にリチウム等の金属）と高分子固体電解質との接合部に、充放電の繰返しによる剥がれが生じたり、或は高分子固体電解質の薄膜化に伴うクッション性の減少による空隙が生じることにより、電池性能に著しく悪影響を及ぼす可能性がある。しかし、本発明の電池では、図1に示した正極活物質12及び負極活物質13とを、高分子固体電解質11と相溶性の高いポリアニリン等の導電性化合物である為、活物質と高分子固体電解質との接合部に剥がれや空隙を生じにくくすることが可能である。更に、活物質及び固体電解質の双方を、LB法で作製すると、LB膜表面は極めて平滑であることから接合の際に有利である。又、活物質及び固体電解質をLB法で連続して成膜すれば、分子オーダーで非常に接合部の密着性の高い電池を作製することが出来る。

【0015】（C）薄膜化に伴って生じる固体電解質の絶縁破壊電圧、機械的強度の低下の問題に対して。

スピンコート法により薄膜化を行うとピンホールが発生し易いが、LB法で作製したポリイミドLB膜は、非常に緻密でピンホールがない。又、ポリイミドの絶縁破壊電圧は、 10^{10} V/cm 以上であり、MIM（メタル／インシュレータ／メタル素子）の1層としてポリイミドLB膜2層（厚さ 0.8 nm ）を用いた場合でも、数ボルトの電圧に耐え得ることが確認されている。又、支持電解質は、充放電に伴って正及び負の極活物質のいずれか一方から放出され、他方に吸収される。この為、支持電解質の、放出／吸収されることによる活物質の体積収縮／膨脹は相殺される利点があるが、それらの間にある高分子固体電解質には引っ張り歪が生じ、これに耐性を

持たせる必要がある。これに対し、本発明の電池に好ましく使用されるポリイミド薄膜は、一般的に引っ張り強度が高い(10Kg/mm²以上)為、破れや切断に対する耐性がある。

【0016】(D)単電池の性能にばらつきが生じ易くなることによる単電池の積層の困難性の問題に対して、単電池を積層させて使用する積層電池の性能は、積層された単電池のうち、最も性能の悪いものによって左右される。従って、積層電池を作製する為には、できるだけ均質な単電池を作成することが要求される。これに対し、従来の固体電解質を用いた電池に関しては、明確な作製法がまだ確立されていない為、単電池の性能の均質化は困難であった。本発明の電池の場合、活物質をLB法で作製することが可能な為、特に、厚さ方向に対するスケール信頼性が向上し、更に、上記した様に接合性も向上することから、単電池の性能のばらつきが生じにくくなり、単電池の積層が容易になるというメリットがある。

【0017】(E)単電池の起電力が小さいことに関する問題に対して、

本発明において、活物質及び高分子固体電解質は、上記した様にLB法によって成膜することが可能である。更に、集電体をLB法で成膜することも可能である。各層を全てLB法で作製すると、接合部の密着性や積層電池の生産性が向上し、又、上記(D)で述べた理由により、別々に作製した時よりも単電池の性能が更にばらつきにくくなる。従って、積層電池を比較的容易に作製することが出来、高電位電池の作製が可能となる。一般に、本発明の様な濃度差電池は、単電池の起電力が小さ*

*いことが課題であるが、積層電池化して用いることでこれを解決することが出来る。

【0018】

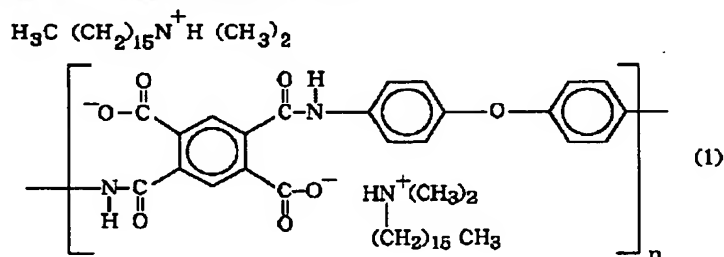
【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を更に具体的に説明する。

<実施例1>ポリアニリンを単量体換算濃度で1mMとなる様に、N,N'-ジメチルアセトアミド(以下DMACと略す)に溶解させた後、別途調製したステアリン酸の同溶媒による1mM溶液を体積比1:1で混合し、展開溶液を調製した。この溶液を水温20℃の純水の上に展開し、水面上に単分子膜を形成した。溶媒を蒸発除去後、表面圧を25mN/mにまで高め、表面厚を一定に保ちながら基板電極(ガラス基板状に金電極を蒸着して集電体とした物)を水面を横切る方向に、速度5mm/minで静かに浸漬した後、続いて同じ速度で静かに引き上げ、2層のY型単分子累積膜を作製した。同様の操作を繰り返して、100層の単分子累積膜を作製した。次に、この基板を減圧下(〜1mmHg)、80℃で10分間加熱焼成して、ステアリン酸を留去し、活物質ポリアニリンの累積膜を形成した。

【0019】次に、ポリアミック酸を単量体換算濃度で1mMになる様にDMACに溶解させた後、別途調製したN-メチル-N,N'-ジアルキルのDMACによる2mM溶液を体積比1:1で混合し、下記の(1)式に示すポリアミド酸アルキルアミン塩の展開溶液を調製した。

【0020】

【化2】

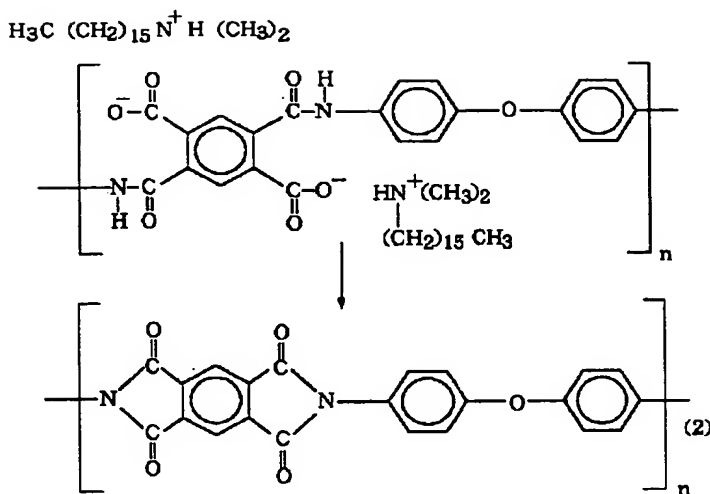


【0021】上記の様にして得た展開溶液を水温20℃の純水の上に展開し、水面上に単分子膜を形成した。溶媒を蒸発除去後、表面圧を30mN/mにまで高め、表面厚を一定に保ちながら上記ポリアニリンを累積した基板電極を、水面を横切る方向に速度5mm/minで静かに浸漬した後、続いて同じ速度で静かに引き上げ、2層のY型単分子累積膜を作成した。同様の操作を繰り返

して、10層のポリアミド酸アルキルアミン塩の単分子累積膜を形成した。この基板を減圧下(〜1mmHg)、250℃で10分間加熱焼成してポリアミド酸アルキルアミン塩をイミド化し(下記の(2)式参照)、電極隔膜としてポリイミド単分子累積膜を形成した。

【0022】

【化3】



【0023】上記の様に形成したポリイミド単分子累積膜形成基板上に、更に、ポリアニリンの単分子累積膜を前記した同様の方法によって100層堆積させ、図2の(2)に示す様な構成とした。これを塩酸ガス雰囲気下に1時間放置して作用させ、支持電解質のドーピングを行い、80℃恒温層にて10分間定着させた。最後に、この基板の上に金を蒸着し、他極の集電体とした。上記の方法で得られた電池の充放電特性を調べたところ、自己放電が少なく電流密度が大きいという良好な結果が得られた。

【0024】＜実施例2＞固体電解質であるポリイミドと、活物質であるポリアニリンの密着性を向上させる為に、両者の間にポリイミドとポリアニリンの混合膜を挿入した以外は実施例1と同様に、図2の(2)に示す構成の電池を作成した。この電池の充放電特性を調べたところ、実施例1と同様に良好な結果が得られた。以下に本実施例で使用したポリイミドとポリアニリンの混合膜の作成方法の詳細を示す。まず、ポリアニリンを単量体換算濃度で1mMになる様にDMACに溶解させた後、別途調製したステアリン酸の同溶媒による1mM溶液を体積比1:1で混合した。次に、ポリアミック酸を単量体換算濃度で1mMになる様にDMACに溶解させた後、別途調製したN-メチル-N,N'-ジアルキルの同溶媒による2mM溶液を、体積比1:1で混合し、展開溶液を調製した。この溶液を水温20℃の純水の上に展開し、水面上に単分子膜を形成した。溶媒蒸発除去後、表面圧を30mN/mにまで高め、表面厚を一定に保ちながら、基板電極を水面を横切る方向に速度5mm/minで静かに浸漬した後、続いて同じ速度で静かに引き上げ、2層のY型単分子累積膜を作成した。同様の操作を繰り返して、4層のポリアニリンとポリアミド酸からなる混合単分子累積膜を形成した。全ての堆積が終了後、この基板を減圧下(～1mmHg)、250℃で10分間加熱焼成してポリアミド酸アルキルアミン

塩をイミド化し、ステアリン酸を除去した。

【0025】＜実施例3＞活物質であるポリアニリンを、単量体換算濃度で100mMになる様にDMACに溶解した後、1500rpm/1μmの条件下でスピンコート法によって成膜し、その上に実施例1に示した様にポリイミドをLB法で堆積/イミド化し、更に、その上にポリアニリンをスピンコート法により同様に成膜した他は、実施例1と同様に作製して、図2の(3)に示す構成の電池を作製した。この電池について充放電特性を調べたところ、実施例1と同様に良好な結果が得られた。

【0026】＜実施例4＞活物質であるポリアニリンを単量体換算濃度で100mMになる様にDMACに溶解した後、1500rpm/1μmの条件下でスピンコート法によって成膜した他は、実施例2と同様に、図2の(4)に示すポリイミドとポリアニリンの混合膜を有する構成の電池を作製した。この電池について充放電特性を調べたところ、実施例2と同様に良好な結果が得られた。

【0027】＜実施例5＞スピンコート法によって作製した活物質であるポリアニリン層とLB法により作製した電極隔膜であるポリイミド層との間に、実施例1と同様のLB法によって作製したポリアニリン層を4層挿入した他は、実施例3と同様に図2の(5)に示す構成の電池を作製した。この電池について充放電特性を調べたところ、実施例3と同様に良好な結果が得られた。

【0028】＜実施例6＞LB法により作製した(ポリアニリン+ポリイミド混合層)/電極隔膜であるポリイミド層/(ポリアニリン+ポリイミド混合層)と、スピンコート法によって作製したポリアニリン層との間に、実施例1と同様のLB法によって作製したポリアニリン層を4層挿入した他は、実施例4と同様に図2の(6)に示す様な構成の電池を作製した。この電池につ

いて充放電特性を調べたところ、実施例4と同様に良好な結果が得られた。

【0029】＜実施例7～実施例12＞単電池間の集電体に導電性（イオン絶縁性）材料（ポリイソブチロメタクリル酸メチル（以下PIBMと略記）+C60）を用い、実施例1～実施例6で得られた夫々の単電池を積層させ、積層電池を作製した。これらの積層電池について充放電特性を調べたところ、実施例1～実施例6の単電池の場合と同様に良好な結果が得られた。図3に、実施例1の単電池を3個積層した場合の例を示す。この場合、活物質、高分子固体電解質（電極隔膜）及び単電池間の集電体の全てについて、LB法によって連続的に作製することが出来る。以下に集電体の作製法を詳細に示す。PIBMの1mMベンゼン溶液とC60の1mMベンゼン溶液とを等量混合し、展開溶液を調製した。係る溶液を水温20℃の純水の上に展開し、水面上に単分子膜を形成した。溶媒蒸発除去後、表面圧を30mN/mにまで高め、表面厚を一定に保ちながら、基板電極を水面を横切る方向に速度5mm/minで静かに浸漬した後、続いて同じ速度で静かに引き上げ、2層のY型単分子累積膜を成膜した。同様の操作を繰り返して、10層のPIBMとC60の混合単分子累積膜を形成し、集電体とした。

【0030】＜実施例13～実施例24＞正極活物質及び負極活物質のポリアニリンの代わりに可溶性ポリピロールを用いた他は、実施例1～実施例12と同様にして本発明の電池を夫々作製した。これらの電池について充放電特性を調べたところ、実施例1～実施例12と同様に良好な結果が得られた。

【0031】＜実施例25～実施例36＞正極活物質にポリアニリン、負極活物質に可溶性ポリピロールを用いた他は実施例1～実施例12と同様にして本発明の電池を夫々作製した。これらの電池について充放電特性を調べたところ、実施例1～実施例12と同様に良好な結果が得られた。

【0032】＜実施例37～実施例38＞正極活物質にポリアニリン、負極活物質にポリチオフェンを用いた以外は実施例1、実施例3と同様にして本発明の電池を夫々作製した。これらの作製した電池について充放電特性を調べたところ、実施例1及び実施例3と同様に良好な結果が得られた。

*【0033】＜実施例39～実施例40＞実施例1及び実施例3と同様にして夫々作製した活物質／電極隔膜＝ポリアニリン／ポリイミド薄膜に、厚さ50μmのリチウム薄膜を圧着した電池を作製した。これらの電池について充放電特性を調べたところ、実施例1及び実施例3と同様に良好な結果が得られた。

【0034】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明は下記に挙げる優れた効果を有する。

10 (1) 電極隔膜（高分子固体電解質）が超薄膜化することが出来る為、イオン伝導性が向上し、電流密度が向上する。

(2) 活物質と電極隔膜（高分子固体電解質）との密着性が向上し、接合部の剥れ等の問題が解決される。

(3) ポリイミド等の高分子固体電解質を電極隔膜として用いることで、高い機械的強度及び電子絶縁性を持たせることが出来る。

20 (4) 単電池の性能のばらつきが少なくなる為、超薄膜の積層電池を作製することが出来る為、高い起電力を持つ電池が容易に得られる。

(5) 電極隔膜（高分子固体電解質）の電子絶縁性が高く、又、LB法という不純物が入りにくい成膜法を用いることにより、自己放電の少ない電池が得られる。

(6) 固体電解質は、小型電源、センサー、コンデンサー及びディスプレイ等の方面での応用が期待されている。本発明は固体電解質を用いる応用技術として電池に関して示したが、応用化が期待されている電池以外の固体電解質に関してもポリイミド薄膜を用いることによって性能が向上し得る可能性が示唆された。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】固体電解質を用いる本発明の電池の一例を示す模式図である。

【図2】実施例1～6の電池の構成を示す図である。

【図3】実施例7の積層電池構成を示す模式図である。

【符号の説明】

11、11a、11b、11c：電極隔膜

12、12a、12b、12c：活物質（正極）

13、13a、13b、13c：活物質（負極）

14：集電体（正極）

15：集電体（負極）

* 16a、16b：単電池間の集電体

【図1】

